

Zur Charakterisierung der Waldmäuse (*Apodemus*) Nepals

Von H. GEMMEKE und J. NIETHAMMER¹

Eingang des Ms. 10. 8. 1981

Abstract

On the characterisation of field mice (Apodemus) from Nepal

Investigated the chromosomes of *Apodemus sylvaticus* and *Alsomys gurkha* from Nepal (Fig. 1 and 2) and some proteins of *A. sylvaticus* from that country (Tab. 1 and 2). The karyotypes are consistent with the membership of *A. sylvaticus* in the subgenus *Sylvaemus* and of *A. gurkha* with the subgenus *Alsomys*. The proteins of Nepalese *A. sylvaticus* show clear differences to those of European *sylvaticus* but are the same as those of long-tailed field mice from Iran. According to their proteins it is questionable whether Nepalese "sylvaticus" really represent that species.

Einleitung

In Nepal sind zwei Waldmausarten der Gattung *Apodemus* bekannt: *Apodemus sylvaticus*, der in der Westpaläarktis verbreiteten Untergattung *Sylvaemus* angehörend, und *A. gurkha*, eine Art der ostpaläarktischen Untergattung *Alsomys* (MARTENS und NIETHAMMER 1972). Diese Zuordnung stützte sich im Anschluß an ZIMMERMANN (1962) auf übliche morphologische Merkmale.

Inzwischen sind für mehrere Arten aus beiden Untergattungen Karyogramme veröffentlicht worden (4 Arten von *Sylvaemus*: SOLDATOVIĆ et al. 1975; 4 Arten von *Alsomys*: VORONTOV et al. 1977), die hier gewisse Unterschiede zwischen beiden Gruppen erkennen lassen. *Sylvaemus* besitzt stets $2n = 48$ Chromosomen, die fast immer akrozentrisch sind. Nur *A. mystacinus* hat in dieser Gruppe zwei kleinste, metazentrische Autosomenpaare. Bei *Alsomys* ist $2n$ 48 oder 46. Meist sind bei ihnen 2 oder 4 kleine Autosomenpaare metazentrisch. Die Kenntnis der Karyogramme der beiden Arten aus Nepal schien daher zur Überprüfung der morphologisch getroffenen Zuordnung wünschenswert. Sie wurde uns durch die Überlassung lebender Tiere beider Arten durch Prof. Dr. MARTENS und Dr. BECK, beide Mainz, ermöglicht. Wir möchten ihnen auch an dieser Stelle dafür danken.

Die Einordnung der „*A. sylvaticus*“ aus Nepal erschien wieder fragwürdig, als Dr. BECK zwar *A. sylvaticus* aus Deutschland und „*A. sylvaticus*“ aus Nepal im Laboratorium züchtete, es ihm aber nicht gelang, beide zu kreuzen. Da sich die *Apodemus*-Arten in Europa anhand ihrer Isoproteine recht gut unterscheiden lassen (GEMMEKE 1980), bot sich die Möglichkeit, die Artzugehörigkeit von „*A. sylvaticus*“ aus Nepal durch Bestimmung ihrer Isoproteinmuster zu klären.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen der Karyogramme standen 2 ♂♂ und 1 ♀ von *Apodemus gurkha* und 3 ♀♀ von *A. sylvaticus* zur Verfügung. (Nachfolgend wird angenommen, daß die Waldmäuse aus Nepal *A. sylvaticus* sind). Die Tiere hat Prof. MARTENS 1975 aus Nepal mitgebracht. Nach Haltung und Zucht in Mainz wurden sie uns von Dr. BECK zur Verfügung gestellt.

¹ Ergebnisse der Himalaya-Expeditionen von J. MARTENS, Nr. 83 – Nr. 82: J. Orn. 122, 403–427 (1981). – Mit Unterstützung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (J.M.) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (J.M., J.N.).

Die Karyogramme wurden aus Mitose-Metaphasen von Knochenmarkszellen nach einem gängigen Verfahren gewonnen (z. B. WIKING und NIETHAMMER 1970). Es wurde nicht versucht, die Geschlechtschromosomen zu ermitteln. Für die Herstellung danken wir Frau G. SCHEBEN. Bei den 3 schon genannten *A. sylvaticus* untersuchten wir elektrophoretisch die folgenden Proteine: Malat (NADP)-Dehydrogenase (MDH[NADP]), Malat(NAD)-Dehydrogenase (MDH[NAD]), Indophenol-Oxidase (IPO), NADP-Isocitrat-Dehydrogenase₁₊₂ (IDH₁₊₂), α -Glycerophosphat-Dehydrogenase (α -GPD), Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GÖT), Laktat-Dehydrogenase₁₊₂ (LDH₁₊₂), 6-Phosphogluconat-Dehydrogenase (6-PGD), Albumin (Al), Transferrin (Tf). Dabei wurde die bei GEMMEKE (1980) angegebene Methode befolgt.

Ergebnisse

Karyogramme

Apodemus sylvaticus (Abb. 1): $2n = 48$. Alle Chromosomen sind akrozentrisch. Damit entspricht das Karyogramm der Waldmaus (*A. sylvaticus*) aus Nepal zumindest in seiner groben Struktur demjenigen, das auch von *Apodemus sylvaticus*, *A. flavicollis* und *A. microps* aus Europa bekannt ist.

Apodemus gurkha (Abb. 2): $2n = 48$. Mindestens 2 kleine Paare sind metazentrisch, 1 oder 2 weitere ebenfalls meta- oder submetazentrisch. Die 5 längsten Paare sind subtelozentrisch. Bei dem isolierten, nicht subtelozentrischen, langen Element dürfte es sich um das X-Chromosom handeln. Unklar ist die Natur des Y-Chromosoms. Ferner könnten noch weitere nicht völlig akrozentrische Elemente vorhanden sein.



Abb. 1. Karyogramm eines ♀ von *Apodemus sylvaticus* aus Nepal. Geschlechtschromosomen nicht hervorgehoben

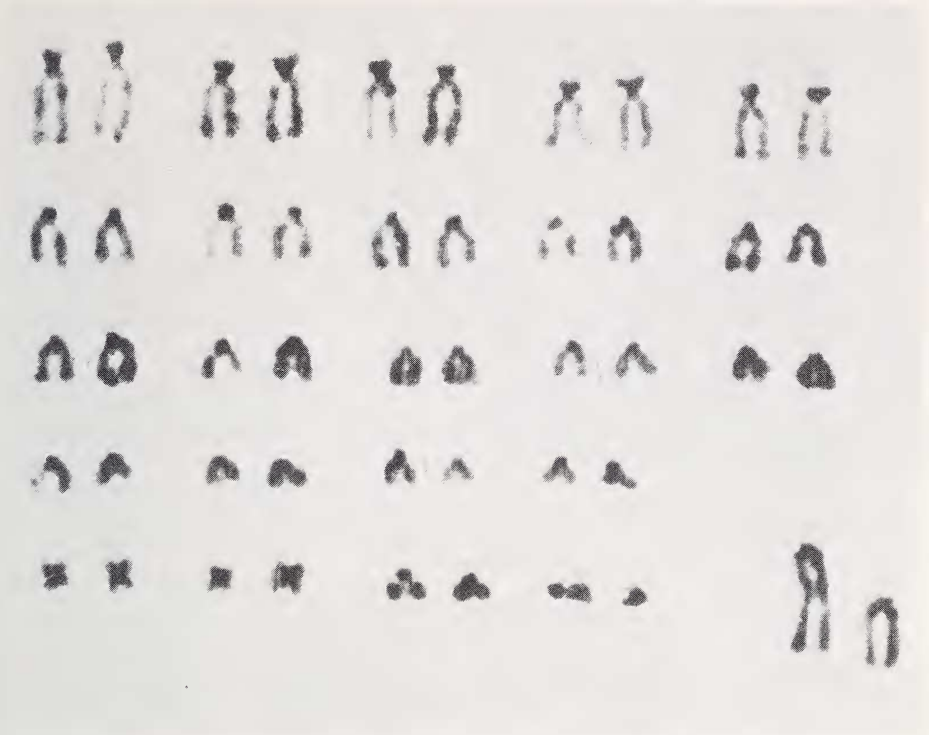


Abb. 2. Karyogramm eines ♂ von *Apodemus gurkha* aus Nepal. Die Identifikation der Geschlechtschromosomen (rechts unten) ist unsicher

Isoproteine

Der Vergleich der 12 untersuchten Proteine zwischen *Apodemus sylvaticus* aus Europa, *A. sylvaticus* aus Nepal und *A. flavicollis* ergab: Die 3 folgenden Proteine stimmen in den drei Gruppen überein und sind monomorph: GOT, LDH₁ und MDH(NAD). Die 8 übrigen Proteine (Tab. 1) sind polymorph. Von ihnen stimmen 3 in ihren häufigsten Allelen zwischen den drei Gruppen überein: α -GPD, 6-PGD und LDH₂. Übereinstimmungen in den übrigen 5 Proteinen zeigt Tab. 2. Von ihnen gleichen 2 denen von *A. sylvaticus* in Europa, unterscheiden sich aber von *A. flavicollis*: MDH(NADP) und AI. Umgekehrt sind zwei weitere dieselben wie bei *A. flavicollis*, aber andere als bei europäischen *A. sylvaticus*: IDH₁ und IPO. Tf schließlich liegt in allen drei Gruppen in verschiedener Form vor.

A. sylvaticus aus Nepal stimmt also nicht völlig mit *A. sylvaticus* aus Europa überein, sondern unterscheidet sich in 3 von 12 Proteinen. Der gleiche Abstand besteht zu *A. flavicollis*. Nach diesen Proteinen ist also nicht zu entscheiden, welcher der beiden Arten in Europa die Waldmäuse aus Nepal näher stehen.

Diskussion

Die Karyogramme stützen die Zuordnung von *A. gurkha* zu *Alsomys* und von *A. sylvaticus* aus Nepal zu *Sylvaemus*. Wie schon erwähnt, sind 2–4 kleine, metazentrische Chromosomenpaare bei *Alsomys* üblich, und *A. gurkha* paßt mit mindestens 2 kleinen, metazentri-

Tabelle 1

Allelfrequenz 8 polymorpher Proteine in verschiedenen Populationen von *A. sylvaticus* und *A. flavicollis*

Arten	n	MDH(NADP) Allele			IDH ₁ Allele			IPO Allele			α-GPD Allele			AI Allele			6-PGD Allele			LDH ₂ Allele			TF Allele					
		a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	d	e	f	
<i>A. sylvaticus</i> (Europa)	176	0,99	0,01		0,17	0,83	0,99	0,01	0,05	0,94	0,01	1,00	0,01	0,99	0,01	0,99	0,01	0,01	0,99	0,01	0,01	0,99	0,01	0,01	0,76	0,04	0,17	0,02
<i>A. sylvaticus</i> (Nepal)	3	1,00			1,00			1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					1,00
<i>A. flavicollis</i> (Bonn)	22				0,81	0,13	0,06	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,25	1,00			0,82	0,09	0,09		

Tabelle 2

Übereinstimmende Allele bei 3 Arten der Untergattung *Sylvaemus* und einer *Waldmauspopulation* aus Nepal und Iran

Allele der europäischen Populationen übernommen von GEMMEKE (1980), der *Waldmauspopulation* aus Iran von DARVICHE et al. (1979)

	<i>A. sylvaticus</i> Nepal		<i>A. sylvaticus</i> Europa		<i>A. flavicollis</i> Europa		<i>A. mystacinus</i> Europa	
	Europa	Iran	Europa	Iran	Europa	Iran	Europa	Iran
MDH(NADP) _a	+		+					+
AI ₁	+		+					
TF _b	+		+					
IDH _{1a}	+		+					
IPO _c	+		+					

schen Paaren dazu. Submetazentrische Autosomen, nämlich 1 bzw. 11 Paare wurden bei *Alsomys* bisher nur in 2 Untersuchungen über *A. speciosus* (= *A. navigator*) von Hondo angegeben (VORONTSOV et al. 1977). Das Karyogramm von *A. sylvaticus* aus Nepal stimmt völlig mit dem von *A. sylvaticus*, *A. flavicollis* und *A. microps* aus Europa überein (SOLDATOVIĆ et al. 1975).

Das Ergebnis der Isoproteinuntersuchungen führte zu unerwarteten Schwierigkeiten. Danach ist offen, ob *A. sylvaticus* aus Nepal zu *A. sylvaticus*, zu *A. flavicollis* oder einer eigenen Art gehört. Alle drei Möglichkeiten haben gleiche Wahrscheinlichkeit. Als positiver Befund ist vorerst nur hervorzuheben, daß offensichtlich der Abstand zwischen den Waldmäusen aus Nepal und solchen aus Europa wesentlich größer ist als zwischen allen bisher untersuchten Populationen von *A. sylvaticus* in Europa (vgl. GEMMEKE 1980).

Für die weitere Erörterung setzen wir voraus, der morphologische Befund sei richtig, wonach *A. sylvaticus* aus Europa und *A. sylvaticus* aus Nepal enger verwandt sind als jeder von ihnen mit *A. flavicollis*. Dann müßte die Form von IDH₁ und IPO bei *A. sylvaticus* in Europa abgeleitet (apomorph), die bei *A. flavicollis* und *A. sylvaticus* in Nepal ursprünglich (plesiomorph) sein (Abb. 3a). Weniger wahrscheinlich ist die Möglichkeit, die beiden Proteine seien bei *A. flavicollis* und *A. sylvaticus* in Nepal zwar unterschiedlich, aber elektrophoretisch nicht unterscheidbar.

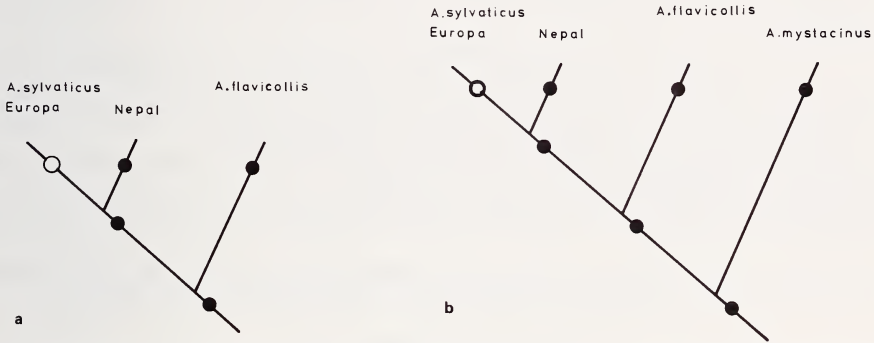


Abb. 3. Dendrogramm für (a) 3 und (b) 4 *Sylvaemus*-Formen. Durch ○ und ● ist die Verteilung von IDH₁ und IPO (a) und IPO (b) markiert. In (a) ist zu vermuten, in (b) sehr wahrscheinlich, daß Form ○ apomorph, ● plesiomorph ist

Welche Form von zwei Allelen apo- bzw. plesiomorph ist, kann durch Einbeziehung weiterer Verwandter geklärt werden. Wir haben daher in Tab. 2 auch *Apodemus (Sylvaemus) mystacinus* aufgenommen. Er stimmt in IPO mit *A. flavicollis* und *A. sylvaticus* aus Nepal überein. Danach wäre das IPO-Allel bei europäischen Waldmäusen apomorph. Die Albumine von *A. sylvaticus* aus Europa, *A. sylvaticus* aus Nepal und *A. mystacinus* sind gleich. Das abweichende Albumin von *A. flavicollis* dürfte apomorph sein (Abb. 3b).

Von Bedeutung für die Einordnung der Nepal-Waldmäuse sind Proteinuntersuchungen an Waldmäusen aus dem Iran durch DARVICHE et al. (1979). Diese gleichen in IDH₁, IPO und AI den Waldmäusen aus Nepal. Tf haben DARVICHE et al. (1979) nicht untersucht und im MDH(NADP) keinen Unterschied zwischen *A. sylvaticus* und *A. flavicollis* in Europa gefunden. Dafür geben sie an, daß LDH₂ zwischen *A. flavicollis* und *A. sylvaticus* im Iran übereinstimmt, beide aber von *A. sylvaticus* in Europa darin abweichen. Dagegen hat GEMMEKE (1980) diesen Unterschied – vielleicht methodisch bedingt – zwischen *A. sylvaticus* und *A. flavicollis* in Europa nicht finden können.

Soweit sich die Befunde von DARVICHE et al. bewerten lassen, zeigen sie völlige Übereinstimmung zwischen Waldmäusen aus dem Iran und aus Nepal sowie einen deutlichen Abstand zu europäischen Waldmäusen.

Die folgende Beobachtung verringert wieder den Abstand zwischen *A. sylvaticus* aus Europa und *A. sylvaticus* aus Asien. Der Unterschied zwischen beiden im IPO-Allel ist hier nicht absolut. In einer *A. sylvaticus*-Population aus den Nordalpen wurde inzwischen einmal auch das für *A. flavicollis* typische Allel entdeckt (GEMMEKE unpubl.). Damit ist gezeigt, daß die ursprüngliche Form auch bei *A. sylvaticus* in Europa noch nicht völlig eliminiert ist.

Zusammenfassung

Eine Untersuchung der Karyogramme der *Apodemus*-Arten aus Nepal (Abb. 1 und 2) stützt die Annahme, daß *Apodemus sylvaticus* von dort in die Untergattung *Sylvaemus*, *A. gurkha* aber in die Untergattung *Alsomys* gehört.

Ein proteinelektrophoretischer Vergleich der Waldmäuse *A. sylvaticus* aus Nepal ergab deutliche Unterschiede zu *A. sylvaticus* aus Europa, aber Übereinstimmung mit *A. sylvaticus* aus dem Iran (Tab. 1 und 2). Ob die Waldmäuse aus Nepal wirklich zu *A. sylvaticus* gehören, muß danach vorerst offen bleiben.

Literatur

- DARVICHE, D.; BENMEHDI, F.; BRITTON-DAVIDIAN, J.; THALER, L. (1979): Données préliminaires sur la systématique biochimique des genres *Mus* et *Apodemus* en Iran. *Mammalia* 43, 427–430.
- GEMMEKE, H. (1980): Proteinvariation und Taxonomie in der Gattung *Apodemus* (Mammalia, Rodentia). *Z. Säugetierkunde* 45, 348–365.
- MARTENS, J.; NIETHAMMER, J. (1972): Die Waldmäuse (*Apodemus*) Nepals. *Z. Säugetierkunde* 37, 144–154.
- SOLDATOVIĆ, B.; SAVIĆ, I.; SETH, P.; REICHSTEIN, H.; TOLKSDORF, M. (1975): Comparative karyological study of the genus *Apodemus* (Kaup, 1829). *Acta Veterinaria* (Beograd) 25, 1–10.
- VORONTOV, N. N.; BEKASOVA, T. S.; KRÁL, B.; KOROBITSINA, K. V.; IVANITSKAYA, E. YU. (1977): On specific status of Asian wood mice of the genus *Apodemus* (Rodentia, Muridae) from Siberia and Far East. *Zool. Ž. (Moskva)* 56, 437–449 (russ. mit engl. Zusfg.).
- WINKING, H.; NIETHAMMER, J. (1970): Der Karyotyp der beiden kleinen, iberischen *Pitymys*-Arten (Mammalia, Rodentia). *Bonn. zool. Beitr.* 21, 284–289.
- ZIMMERMANN, K. (1962): Die Untergattungen der Gattung *Apodemus* Kaup. *Bonn. zool. Beitr.* 13, 198–208.

Anschrift der Verfasser: Dr. HUBERT GEMMEKE und Prof. Dr. JOCHEN NIETHAMMER, Zoologisches Institut der Universität Bonn, Poppelsdorfer Schloß, D-5300 Bonn

Relative brain size in Muridae with special reference to *Colomys goslingi*

By H. STEPHAN and F. DIETERLEN

Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Neurobiologische Abteilung, Frankfurt a. M. and Staatliches Museum für Naturkunde, Stuttgart

Receipt of Ms. 10. 8. 1981

Abstract

Calculated the brain size in 18 species of Muridae either directly from brain weights (12 species) or indirectly from cranial capacity measurements (12 species incl. *Colomys goslingi*). In six species data from both sets are presented. In *Colomys* (a predator in limnetic ecosystems) relative brain size (encephalization) and foramen magnum size are larger than in terrestrial Muridae of equal body weight. The differences are similar to those found when comparing water adapted with terrestrial Insectivora. Comparative brain studies are in preparation.